

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-202365

(P2002-202365A)

(43)公開日 平成14年7月19日(2002.7.19)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 1 S 13/34		G 0 1 S 13/34	3 D 0 4 4
B 6 0 K 31/00		B 6 0 K 31/00	Z 3 G 0 9 3
F 0 2 D 29/02	3 0 1	F 0 2 D 29/02	3 0 1 D 5 J 0 7 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2000-402236(P2000-402236)

(22)出願日 平成12年12月28日(2000.12.28)

(71)出願人 000237592

富士通テン株式会社

兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号

(72)発明者 小野 大作

兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号

富士通テン株式会社内

(74)代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外4名)

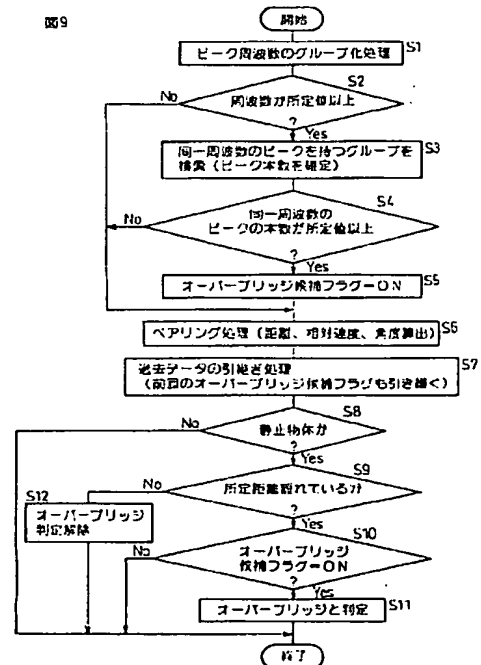
Fターム(参考) 3D044 AA25 AA31 AA49 AB01 AC59
AED33G093 AA01 BA07 BA14 BA23 DB16
DB185J070 AB19 AC02 AC06 AED1 AF03
AH31 AK22

(54)【発明の名称】 スキャン式レーダの静止物検知方法

(57)【要約】

【課題】 標識、看板、あるいは道路上の橋等の道路上又は路側にある静止構造物を自車の前方の静止車両等と区別する方法を提供する。

【解決手段】 ターゲットから反射されたレーダ信号に基づいて生成されたピークのうちピーク周波数がほぼ同じピークをまとめ、まとめられたピークの周波数が所定値以上であるか判定する。所定値以上の場合前記まとめられたピークの本数が所定値以上であるか判定し、所定値以上である場合前記ターゲットがオーバーブリッジ候補、即ち橋や標識、看板等の候補であると判定する。オーバーブリッジ候補のターゲットのピーク信号に対してベアリング処理を行い、該ターゲットとの相対速度がほぼ自車速度である場合オーバーブリッジであると判定する。また、前記オーバーブリッジ候補とされたターゲットが、所定の距離以下となっても検出される場合、オーバーブリッジかどうかの判定を解除する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーダビーム発射方向のスキャンを行うスキャン式レーダの静止物検出方法であって、ターゲットから反射されたレーダ信号に基づいて生成されたピークのうちピーク周波数がほぼ同じピークをまとめ、該まとめられたピークの周波数が所定値以上であるか判定し、所定値以上の場合前記まとめられたピークの本数が所定値以上であるか判定し、所定値以上である場合前記ターゲットがオーバーブリッジ候補であると判定する、スキャン式レーダの静止物検知方法。

【請求項 2】 前記オーバーブリッジ候補のターゲットのピーク信号に対してペアリング処理を行い、該ターゲットとの相対速度を検出し、相対速度がほぼ自車速度である場合オーバーブリッジであると判定する、請求項 1 に記載のスキャン式レーダの静止物検知方法。

【請求項 3】 前記オーバーブリッジ候補とされたターゲットが、所定の距離以下となっても検出される場合、オーバーブリッジかどうかの判定を解除する、請求項 1 又は 2 に記載のスキャン式レーダの静止物検知方法。

【請求項 4】 前記オーバーブリッジ候補である旨のフラグを含めて、過去のデータを引き継ぐ段階を有する、請求項 1 又は 2 に記載のスキャン式レーダの静止物検知方法。

【請求項 5】 前記オーバーブリッジは、上方及び路側の橋や標識、看板等の静止物体である、請求項 1 又は 2 に記載のスキャン式レーダの静止物検知方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スキャン式レーダにおいて、前方上方や路側に存在する橋や標識、看板等の静止物を検出する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】車間距離制御においては、自車両の前方にレーダビームを発射し、先行車両等の物体を検出する車載用レーダ装置が用いられている。レーダ装置としてはミリ波等の電波を用いるもの、あるいはレーザ光を用いるものがある。これらレーダ装置を用いて先行車両までの距離、先行車両との相対速度、先行車両の正確な位置を検出し、車間距離制御を行っている。

【0003】スキャン式レーダは一定の時間内に微小なステップ角度でレーダを左から右に、又は右から左にビームを回転させてスキャンを行っている。そして、各ステップの角度において前方の車両に自車からビームを発射し、前方車両からの反射波を受信してこれを処理し、前方車両の存在を検知し、さらに前方車両との距離や相対速度を検出している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来のスキャン式レーダ、例えば FMCW レーダの場合、レーダ信号を送信するアンテナの垂直方向のビーム幅は約 4.0° あり、

自車から遠方に存在する案内標識や道路上に架かっている橋等を検出してしまい、前方にある静止車両あるいは道路上に置かれた工事用構造物等と区別できず、車間距離制御等において制御対象のターゲットとなってしまうことがあった。

【0005】従って、本発明の目的は、標識、看板、あるいは道路上の橋等の道路上又は路側にある静止構造物を自車の前方の静止車両等と区別する方法を提供することである。

10 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明スキャン式レーダの静止物検出方法によれば、ターゲットから反射されたレーダ信号に基づいて生成されたピークのうちピーク周波数がほぼ同じピークをまとめる。ターゲットが橋や標識の場合には自車との距離がある程度離れていないと検出されないことから、該まとめられたピークの周波数が所定値以上、即ち、距離が所定値以上であるか判定する。そして、所定値以上の場合、前記まとめられたピークの本数が所定値以上であるか判定する。橋や標識等の場合、通常横に長く広がった構造であるため、ピークは広く分布し本数は多くなる。従って、ピークの本数が所定値以上である場合前記ターゲットがオーバーブリッジ候補、即ち橋や、標識、看板等の候補であると判定する。

【0007】そして、前記オーバーブリッジ候補のターゲットのピーク信号に対してペアリング処理を行い、該ターゲットとの相対速度を検出し、相対速度がほぼ自車速度である場合オーバーブリッジであると判定する。また、前記オーバーブリッジ候補とされたターゲットが、所定の距離以下となっても検出される場合、オーバーブリッジかどうかの判定を解除する。

【0008】なお、本発明方法においては、前記オーバーブリッジ候補である旨のフラグを含めて、過去のデータを引き継ぐ段階を有している。

【0009】

【発明の実施の形態】図 1 は、本発明方法が用いられるスキャン式レーダを用いた車間距離制御装置の構成の概要を示した図である。レーダセンサ部は FMCW レーダであり、レーダアンテナ 1、走査機構 2、及び信号処理回路 3 を備えている。車間距離制御 ECU 7 は、ステアリングセンサ 4、ヨーレートセンサ 5、車速センサ 6、及びレーダセンサ部の信号処理回路 3 からの信号を受け、警報機 8、ブレーキ 9、スロットル 10 等を制御する。また、車間距離制御 ECU 7 は、レーダセンサ部の信号処理回路 3 にも信号を送る。

【0010】図 2 は、図 1 の信号処理回路 3 の構成を示したものである。信号処理回路 3 は、走査角制御部 11、レーダ信号処理部 12、制御対象認識部 13 を備えている。レーダ信号処理部 12 はレーダアンテナ 1 からの反射信号を FFT 処理し、パワースペクトルを検出

し、ターゲットとの距離及び相対速度を算出し、制御対象認識部 13 にそのデータを送信する。制御対象認識部 13 は、レーダ信号処理部 12 から受信したターゲットとの距離、相対速度、及び車間距離制御 ECU7 から受信したステアリングセンサ 4、ヨーレートセンサ 5、車速センサ 6 等から得られた車両情報に基づいて走査角制御部 11 に走査角を指示すると共に、制御対象となるターゲットを判別して車間距離制御 ECU に送信する。走査角制御部 11 は、固定型レーダの場合はカーブ走行時の走査角等を制御し、スキャン型レーダの場合はスキャン走査角を制御するものである。走査機構 2 は走査制御部 11 からの制御信号を受けて所定の角度で順次ビームを発射してスキャンを行う。

【0011】図 3 は道路上方に存在する構造物として、例えば道路案内標識の場合、これをレーダで検出する場合の図を示したものである。図において 21 は自車であり、22 は自車から発せられるレーダのビームであり、23 は前方に存在する上方構造物としての道路案内標識である。図 3 に示すように、レーダ信号を送信するアンテナの垂直方向のビーム幅は約 4.0° あり、自車の前方に存在する道路案内標識 23 を検出してしまふ。

【0012】図 4 は道路上方に存在する構造物が橋の場合、これをレーダで検出する場合の図を示したものである。図において 21 は自車であり、22 は自車から発せられるレーダのビームであり、24 は前方に存在する上方構造物としての橋である。図 4 に示すように、自車の前方に存在する橋 24 を検出してしまい、前方において例えば渋滞で停車している車両 25 と区別できない。一方、図 4 に示されているグラフは、橋 24 から自車 21 までの距離に対する反射されたレーダ信号の受信レベルの変化を表したものである。グラフに示すように、橋が近づくに従ってビームが橋に当たらなくなるため受信レベルは減少する。一方、図には示していないが、橋からの距離が遠くなった場合も受信レベルは減少する。

【0013】レーダで道路上の橋や案内標識等を検出した場合の特徴として以下の 3 点があげられる。

1. 広い角度で検出される（車両より幅が広く道路上方に横に広がっているため）
2. 相対速度は自車速度と同じ（静止物であるため）
3. 自車からある程度の距離がないと検出されない（例えば、自車が橋の下にくるとビームは橋から反射しない位置に発射される）

FM-CW 方式レーダは、例えば三角波状の周波数変調 *

$$f_b = f_r \pm f_d \\ = (4 \cdot \Delta f / C \cdot T_m) r \pm (2 \cdot f_0 / C) v$$

図 7 は、FM-CW レーダの一例として、2 アンテナ方式の FM-CW レーダの構成を示した図である。図に示すように、電圧制御発振器 32 に変調信号発生器 31 から変調用信号を加えて FM 変調し、FM 変調波を送信アンテナ AT を介して外部に送信すると共に、送信信号の

* された連続の送信波を出力してターゲットである前方の車両との距離を求めている。即ち、レーダからの送信波が前方の車両で反射され、反射波の受信信号と送信信号とをミキシングして得られるビート信号（レーダ信号）を得る。このビート信号を高周波フーリエ変換して周波数分析を行う。周波数分析されたビート信号はターゲットに対してパワーが大きくなるピークが生じるが、このピークに対応する周波数をピーク周波数と呼ぶ。ピーク周波数は距離に関する情報を有し、前方車両との相対速度によるドップラ効果のために、前記三角波形状の FM-CW 波の上昇時と下降時とではこのピーク周波数は異なる。そして、この上昇時と下降時のピーク周波数から前方の車両との距離及び相対速度が得られる。また、前方の車両が複数存在する場合は各車両に対して一対の上昇時と下降時のピーク周波数が生じる。この上昇時と下降時の一対のピーク周波数を形成することをペアリングという。

【0014】図 5 は、ターゲットとの相対速度が 0 の場合の FM-CW レーダの原理を説明するための図である。送信波は三角波で図 5 の (a) の実線に示す様に周波数が増加する。送信波の送信中心周波数は f_0 、FM 変調幅は Δf 、繰り返し周期は T_m である。この送信波はターゲットで反射されてアンテナで受信され、図 5 の (a) の破線で示す受信波となる。ターゲットとの間の往復時間 T は、ターゲットとの間の距離を r とし、電波の伝播速度を C とすると、 $T = 2r / C$ となる。

【0015】この受信波はレーダとターゲット間の距離に応じて、送信信号との周波数のずれ（ビート）を起す。このビート周波数成分 f_b は次の式で表すことができる。なお、 f_r は距離周波数である。

$$f_b = f_r = (4 \cdot \Delta f / C \cdot T_m) r$$

一方、図 6 はターゲットとの相対速度が v の場合の FM-CW レーダの原理を説明するための図である。送信波は図 6 の (a) の実線に示す様に周波数が増加する。この送信波はターゲットで反射されてアンテナで受信され、図 6 の (a) の破線で示す受信波となる。この受信波はレーダとターゲット間の距離に応じて、送信信号との周波数のずれ（ビート）を起す。この場合、ターゲットとの間に相対速度 v を有するのでドップラシフトとなり、ビート周波数成分 f_b は次の式で表すことができる。なお、 f_r は距離周波数、 f_d は速度周波数である。

【0016】

一部を分岐してミキサのような周波数変換器 33 に加える。一方、先行車両等のターゲットで反射された反射信号を受信アンテナ AR を介して受信し、周波数変換器で電圧制御発振器 32 の出力信号とミキシングしてビート信号を生成する。このビート信号はベースバンドフィル

タ 34 を経て A/D 変換器 35 で A/D 変換され、CPU 36 で高速フーリエ変換等により信号処理がされて距離および相対速度が求められる。

【0017】図 8 は横軸が検出角度であり、縦軸がピーク周波数を表したグラフであり、上記ピークを同じピーク周波数毎にまとめ、それらの検出角度がどのように分布しているかを示したものである。図 8 のグラフにおいて、橋のように前方上方に横に広がっている場合、ピーク周波数が f_a の場合に見られるようにピークの数も多く、しかも検出角度は大きい広がりを持っている。一方、通常の車両の場合、ピーク周波数が f_b 、 f_c の場合に見られるようにピーク数は少なく、検出角度の広がり小さい。このようにピーク周波数の検出角度がターゲットによって大きく異なってくるので、検出したターゲットが車両かあるいは橋等の上方構造物かが判断できる。

【0018】図 9 は、本発明方法の実施例を示すフローチャートである。図のフローチャートにおいて、各ステップにおける判定は図 1 の信号処理回路 3 により行われる。まず、S1 において同じ周波数を持ったピークのグループ化処理を行う。例えば、図 10 に示すように、同じ周波数を持ったピークのうち最も高いピークを中心にグループ化を行う。図 10 においては同一の周波数 f_a を持ったピークのうち、ピーク P1 を持ったグループ g1、ピーク P2 を持ったグループ g2、ピーク P3 を持ったグループ g3 にグループ化している。なお、ピーク周波数は正確に同一でなくても、ほぼ同一の周波数であればよい。なぜなら、例えば同じ橋であっても、自車との距離は橋の部分によって多少異なってくるからである。

【0019】次に S2 において、前記周波数 f_a が所定値以上であるかどうか、即ち、そのピークのターゲットの距離がある距離以上であるかどうか判定する。なぜなら、前方に存在する橋等の場合、図 4 に示すようにある距離以上でないとビームは反射されず、従って検出されないからである。Yes であれば、S3 において同一周波数のピークを持つグループを検索し、即ち、g1、g2、g3 を検索して合計のピーク本数を確定する。上記処理は、図 5 及び図 6 で示した三角波形状の FM-CW 波の上昇時と下降時のそれぞれにおけるピークについて行う。

【0020】そして、S4 において、上記確定したピーク本数が所定の本数以上であるかどうか判定する。先に述べたように、レーダで橋や案内標識を検出した場合、広い角度で検出される。即ち、反射されるビームの数が多くなり、ピークの本数が多くなる。従って、ピーク本数が多く、所定の本数以上、例えば 10 本以上である場合 (Yes)、S5 においてオーバーブリッジ候補である旨のフラグを立てる。即ち、前方上方の橋や標識あるいは看板等の候補である旨のフラグを立てる。この場

合、例えば前方路側の標識等も検出されるが、上記条件に合致する場合には同様にフラグが立てられる。従って、本発明においてオーバーブリッジとは、前方上方及び路側の橋や標識、看板等の静止物体を意味するものとする。

【0021】次に S6 に進みベアリング処理がなされる。S2 及び S4 で No の場合もベアリング処理に進む。S6 のベアリング処理においては、三角波の上昇時のピーク周波数と下降時のピーク周波数から、オーバーブリッジ候補のターゲットまでの距離、自車との相対速度、検出角度が算出される。

【0022】次に、S7 において過去のデータの引継ぎ処理が行われる。即ち、検出したターゲットとの距離、相対速度等前回オーバーブリッジ候補であるとされたターゲットのデータを引き継いでおく。例えば、前回オーバーブリッジ候補が検出されたが、今回検出されたターゲットは必ずしもオーバーブリッジ候補の条件を満たしていない場合がある。このような場合に備えて、例えば今回検出されたターゲットの距離と前回検出されたオーバーブリッジ候補の距離が近い場合、前回のオーバーブリッジ候補を引き継ぐようにする。

【0023】次に S8 において、前記オーバーブリッジ候補が静止物体であるかどうか判定する。この判定は例えば次のように行う。まず、自車が走行しているという前提で、例えば時速 30 km 以上であるとし、相対速度がほぼ自車の速度と同じである場合、静止物体であると判断する。具体的には、例えば自車の速度が 80 km/h である場合、ターゲットが静止している場合の相対速度は -80 km/h であるから、 $|(\text{相対速度}) - (\text{自車速度})| \leq 10 \text{ km/h}$ であれば静止物体であると判定する。ここで「0 km/h」とせず、「10 km/h 以下」としたのは、誤差等を考慮したものである。この段階で、前記オーバーブリッジ候補をオーバーブリッジであると判定してもよい。

【0024】S8 において Yes であれば、S9 においてターゲットまでの距離が所定値以上であるかどうか判定する。先にも述べたように、オーバーブリッジの場合、自車から所定の距離だけ離れていなければビームが当たらず、従って所定距離以下のターゲットはオーバーブリッジではないと判定できる。例えば、オーバーブリッジ候補とされたターゲットまでの距離が 50 m 以上の場合、所定の距離だけ離れていると判定する。しかし、所定の距離以下になっても検出し続けるターゲットである場合、前方に停止している車両等であると考えられるので、S12 においてオーバーブリッジ判定を解除する。

【0025】次に S10 に進み、S5 でオーバーブリッジ候補フラグが立てられているかどうか判定する。そして Yes であれば、S11 においてオーバーブリッジであると判定する。なお、S8 及び S10 で No と判断さ

れた場合はフローを終了する。

【0026】

【発明の効果】上記のように、本発明によれば前方に存在するターゲットが静止物体である場合、それが前方に停止している車両であるか、オーバブリッジ、即ち前方上方あるいは前方路側の橋や標識、看板であるか識別できるため、車間距離制御等において制御対象とすることができ、的確な車両の制御をすることができる。

【0027】そして、オーバブリッジであるかどうかの判断は、同じ周波数を持ったピークの広がりや検出位置が所定距離離れた場合であるか等の簡単な方法で識別できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】スキャン式レーダを用いた車間距離制御装置の構成の概要を示した図である。

【図2】図1の信号処理回路3の構成を示したものである。

【図3】道路上方に存在する構造物が道路案内標識の場合、これをレーダで検出する場合を示した図である。

【図4】道路上方に存在する構造物が橋の場合、これをレーダで検出する場合を示した図である。

【図5】ターゲットとの相対速度が0の場合のFM-CWレーダの原理を説明するための図である。

【図6】ターゲットとの相対速度がvの場合のFM-CWレーダの原理を説明するための図である。

【図7】2アンテナ方式のFM-CWレーダの構成を示した図である。

【図8】検出されたピークの角度と周波数を表した角度

である。

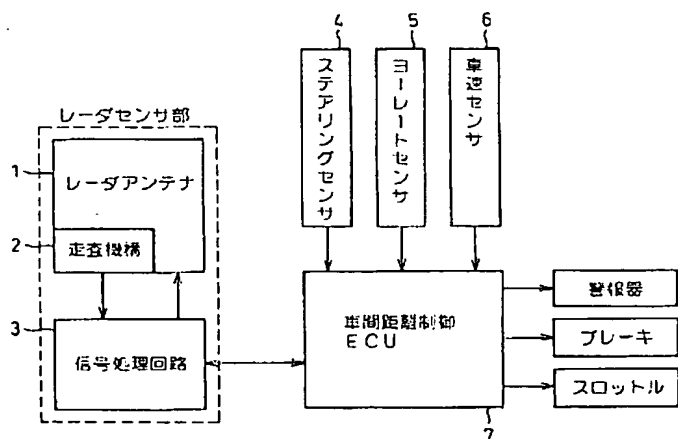
【図9】本発明の実施例を示すフローチャートである。

【図10】ピーク周波数のグループ化を説明するためのグラフである。

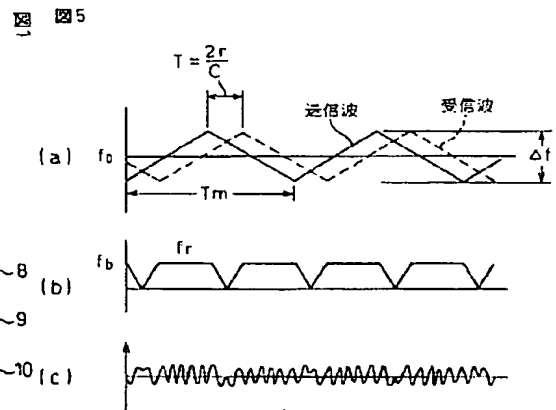
【符号の説明】

- 1…レーダアンテナ
- 2…走査機構
- 3…信号処理回路
- 4…ステアリングセンサ
- 5…ヨーレートセンサ
- 6…車速センサ
- 7…車間距離制御ECU
- 8…警報機
- 9…ブレーキ
- 10…スロットル
- 11…走査角制御部
- 12…レーダ信号処理部
- 13…制御対象認識部
- 21…自車
- 22…ビーム
- 23…標識
- 24…橋
- 25…前方車両
- 31…変調信号発生器
- 32…電圧制御発振器
- 33…周波数変換器
- 34…ベースバンドフィルタ
- 35…A/D変換器
- 36…CPU

【図1】

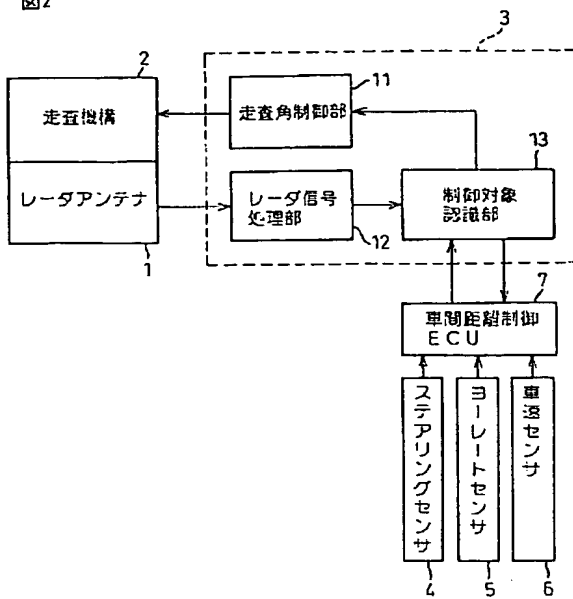


【図5】

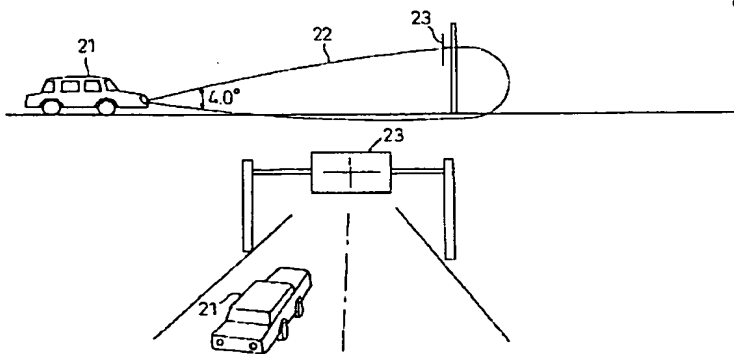


【図2】

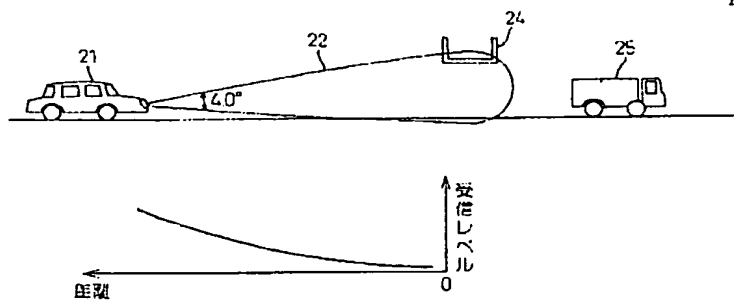
図2



【図3】

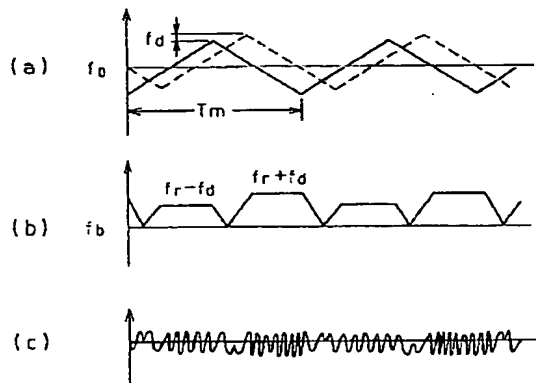


【図4】



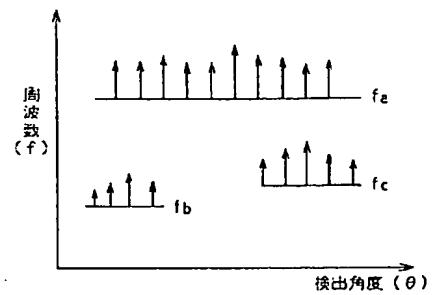
【図6】

図6



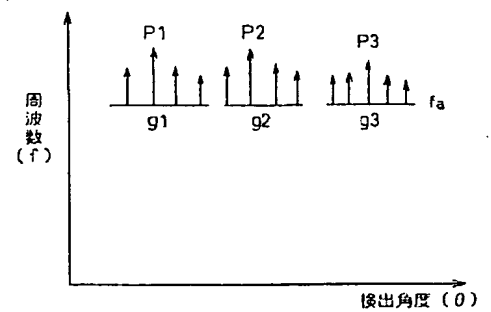
【図8】

図8

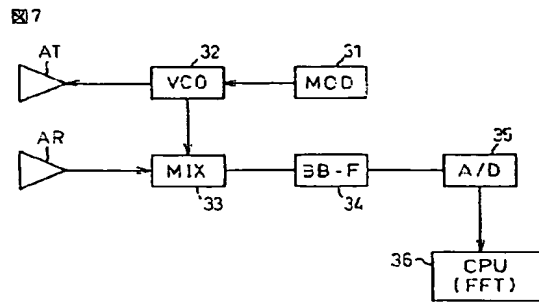


【図10】

図10



【図 7】



【図 9】

